

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: **Walter BRANDENBURGER**
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith
For: **HYDROPNEUMATIC AXLE SUSPENSION FOR
VEHICLES HAVING GREATLY VARYING AXLE
LOADS**

LETTER RE: PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

July 16, 2003

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. 102 32 769.6, filed
July 18, 2002. A certified copy is enclosed herewith.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By William C. Gehris
William C. Gehris
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 32 769.6

Anmeldetag: 18. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Carl Freudenberg KG, Weinheim/DE

Bezeichnung: Hydropneumatische Achsfederung für
Fahrzeuge mit stark wechselnden Achslasten

IPC: B 60 G 17/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Maier

17.07.2002

Da/km

5 Anmelderin: Firma Carl Freudenberg KG, 69469 Weinheim

Hydropneumatische Achsfederung für Fahrzeuge mit stark wechselnden
Achslasten

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung befasst sich mit einer hydropneumatischen Achsfederung für
15 Fahrzeuge mit stark wechselnden Achslasten, insbesondere für Vorderachsen
an Schleppern mit hydraulischen Federzylindern, die an hydro-pneumatische
Druckspeicher angeschlossen sind, mit einem niveaugeregelten Federkreis der
Zylinderräume und einem druckgeregelten Federkreis der Ringräume.

20 Bei hydropneumatischen Achsfederungen ist der Einsatz einer Niveauregelung
üblich. Mit zunehmender Achslast sinkt der Fahrzeugaufbau ab und ein
Niveauregelventil wird so verstellt, dass eine Druckflüssigkeit über eine
Druckleitung so lange in den Zylinderraum der hydropneumatischen Stellglieder
zugeführt wird bis das ursprüngliche Niveau wieder erreicht ist. Bei
25 abnehmender Achslast hebt sich der Aufbau, und das Niveauregelungsventil
verbindet die Zylinderräume der hydropneumatischen Stellglieder mit einer
Ablaufleitung bis das ursprüngliche Niveau wieder hergestellt ist.

Neben der Niveauregelung werden die Fahrzeuge mit hohem Lastverhältnis mit einer Druckregelung für die Ringräume der Federzylinder ausgestattet, bei der auch durch unterschiedliches Druckniveau das Federungsverhalten der Fahrzeuge an unterschiedliche Belastungszustände angepasst werden kann.

- 5 Das Druckniveau in den Ringräumen der Federzylinder wird z.Zt. nur in Abhängigkeit von der gegebenen Achslast geregelt. Ein Federungssystem aus einer Niveauregelung und einer Druckregelung ist in der DE 41 20 758 A1 beschrieben.

10

Stand der Technik

- Durch die DE 42 42 448 C1 ist eine verbesserte hydropneumatische Federungseinrichtung bekannt geworden, bei der eine Load-Sensing-Pumpe eingesetzt wird und bei der die Niveauregeleinrichtung mit einer
- 15 Ventileinrichtung versehen ist, die bei statischen Laständerung kurzzeitig auf- oder abgeregelt und in sonst eingenommenen Ruhestellungen alle Steuerleitungen und Zuleitungen drucklos macht, wobei die Kolben- und Ringräume über entspernbare Rückschlagventile hermetisch abgesperrt werden.

20

- Die nicht vorveröffentlichte DE 101 07 631 behandelt eine hydropneumatische Achsfederung, die eine besonders schnelle Druckanpassung erlaubt und die darüber hinaus einen verbesserten Komfort für den Fahrzeugfahrer ergibt. Bei dieser Federung ist es möglich, den Druck in den Federzylinderringräumen so
- 25 zu verändern, dass in unterschiedlichen Belastungsbereichen eine unterschiedliche Steifigkeit der Federkennlinie gegeben ist. Dabei wird bevorzugt im niedrigen Belastungsbereich der Druck in den Ringräumen der Federzylinder angehoben, es entsteht eine Federkennlinie die einen Steifigkeitssprung hat.

30

Eine weitere Verbesserung des Federungsverhaltens wird bei einer Achsfederung nach der DE 101 07 644 A1 erreicht, die ebenfalls nicht vorveröffentlicht ist. Bei dieser Achsfederung wird das für die Druckregelung verwendete Druckregelventil als proportional geregeltes Ventil ausgebildet, dass von einem Steuerstrom aus einem elektrischen Steuergerät gesteuert wird, welches sowohl die gemessenen Signale eines Drucksensors, der mit den Kolbenräumen der Federzylinder verbunden ist, als auch funktionsabhängige Signale elektronisch verarbeitet. Dadurch wird eine Federkennlinie erreicht, die einen konstruktiv vorgegebenen Verlauf in Abhängigkeit von Beladung und Betriebszustand hat. Die Achsfederrate wird automatisch an die gefederte Achslast und den Arbeitszustand bei jedem Regelvorgang kontinuierlich angepasst.

Darstellung der Erfindung

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine preiswerte und klein bauende Lösung für einen Steuerblock einer Achsfederung zu schaffen, die den Komfort für die Straßenfahrt durch eine sich nach fahrtechnischen Vorgaben selbsttätig ändernde Federrate weiter steigert und die für den Arbeitseinsatz zusätzlich eine individuelle Federrateverhärtung ermöglicht.

20

Nach dieser Erfindung wird der Ringraumdruck zwischen konstanten Ringraumdruckniveaus zur schnelleren Druckanpassung der Federspeicher proportional geregelt und ein Proportionalventil hydraulisch so verknüpft, dass eine LS-Steuerung mit Druckentlastung für eine Regelpumpe gegeben ist. In Niveaulage werden die beiden Federkreise der Zylinder- und Ringräume bei der erfindungsgemäßen Einrichtung mittels zweier druckdichter 2/2-Wegeventile leakagefrei auf die eingeregelten Druckniveaus gehalten und beim Niveauregelprozess entsprechend geschaltet, so dass auf die bisher notwendigen speziellen, hydraulisch entsperbaren Rückschlagventile verzichtet

30

werden kann. Neben der selbsttätigen Federratenänderung durch automatische Ringraumdruckregelung besteht die Möglichkeit, durch äußeren Eingriff das Druckniveau in den Ringräumen bei Bedarf gewollt zu verändern, um die Federrate den gegebenen Betriebsbedingungen optimal anpassen zu können.

5

Es ist günstig, wenn der Federkreis der Zylinderräume mit einem Sicherheitsventil gegen Überlastung der Federspeicher versehen ist.

10

Bevorzugt wird für die Druckmittelförderung eine Load-Sensing-Pumpe eingesetzt.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

15

Anhand eines Ausführungsbeispiels wird in der beiliegenden Zeichnung die Erfindung nachstehend erläutert.

Es zeigt:

20

Fig. 1 Ein Beispiel für eine mögliche Variierbarkeit der Achsfederrate zwischen zwei Federkennlinien und dem daraus folgenden Druckverlauf in den Zylinderräumen der Federzylinder,

Fig. 2 das Schaltschema für die erfindungsgemäße Achsfederung.

25

Ausführung der Erfindung

30

In der Fig. 1 sind mit den Verläufen der Federkennlinien F und G zwei Grenzkurven dargestellt, die bei Straßenfahrt in bestimmten Achslastbereichen gutes Federungsverhalten aufweisen. Im Diagramm sind auf der linken Seite die Skalenwerte der Achsfederrate C_A und auf der Waagerechten die Achslast

F_A aufgetragen. Bei Straßenfahrt ohne Anbaugeräte und für den Anhängerzugbetrieb ist die Federungscharakteristik in dem Kurvenabschnitt M – N der Kennlinie G weich ausgelegt um im mittleren Belastungsfall durch Ausnutzen der Federwege den Fahrkomfort zu steigern. Beim Fahren mit

5 Anhängelasten und dem daraus folgenden Problem der schwingenden Masse ist zur Vermeidung von Nickschwingungen der steifere Federkennlinienverlauf F gefordert, wobei der Kurvenabschnitt A – B für die entlastete Achse und der Kurvenabschnitt C – D für die voll belastete Achse optimiert ist. Die Kurvenabschnitte B – M und N – C bilden die Übergänge zu den optimierten

10 Funktionsbereichen der Grenzkurven F und G. Die beiden Kurvenverläufe P und R stellen die Zylinderdrücke P_z über die Achslasten dar, deren Werteskala auf der rechten Seite des Diagramms aufgeführt ist. Diese Druckwerte stehen im direkten Zusammenhang zur Achskinematik, Zylinderzahl, Zylindergröße und der zu federnden Masse, wobei die Kurve P das Druckniveau vom größten und

15 die Kurve R das Druckniveau vom kleinsten Ringraumdruck berücksichtigt. Bei dem mit dickerer Strichstärke hervorgehobenem Kurvenverlauf A' – D' ist bei automatischer Ringraumdruckregelung in Achslastabhängigkeit vorgegeben, dass der Ringraumdruck im niedrigen Belastungsbereich von A' – B' auf den oberen Druckwert konstant gehalten wird und von B' nach M' proportional bis

20 zum Punkt M' auf das niedrigste Druckniveau abgesenkt wird. Über den Lastbereich des Kurvenabschnitts M' bis N' wird dieses niedrige Ringraumdruckniveau konstant eingeregelt und steigt im Abschnitt N' bis C' wieder proportional auf den hohen Wert an, der von Punkt C' bis D' konstant bleibt. Nach dem beschriebenen Regelmodus erhält man die mit stärkerem

25 Linienzug aufgezeichnete Federratencharakteristik A – D, die auf Komfort für Straßenfahrt ausgelegt ist. Wird die Federungsfunktion bei Feldarbeit nicht abgeschaltet, so ist im mittleren Lastbereich eine spürbar härtere Federrate erforderlich. Hierzu gibt es die Möglichkeit, in den automatischen, lastabhängigen Regelmodus extern einzugreifen, so dass die Federrate auf

30 einen individuellen Wert innerhalb der Punkte B, M, N, C eingeregelt werden

kann und sich das Federungsverhalten auf den durchzuführenden Arbeitseinsatz optimiert.

In der Fig. 2 ist das Schaltschema zur Durchführung der Erfindung dargestellt.

- 5 Die Anbindung der Federzylinder 24 und Druckspeicher 20 und 21 erfolgt in an sich bekannter Weise über die Zuleitungen Z und R. Dabei ist die Zuleitung Z mit den Zylinderräumen 22 und die Zuleitung R mit den Ringräumen 23 der Federzylinder 24 verbunden. Der Anschluss P ist an eine Load-Sensing-Pumpe angeschlossen, während der Anschluss T zu einem
- 10 Vorratsbehälter führt. Die Pumpe ist über die Zuleitung 1 ständig mit dem proportional wirkenden Druckregelventil 2 verbunden. Das Druckregelventil 2 ist ein proportionales 3/2 Wegeventil, welches in Abhängigkeit vom Steuerstrom den Druck in den Ringräumen 23 erhöht beziehungsweise absenkt. Das Wechselventil 3 ist über die Steuerleitungen 4 und 5 mit den Zuleitungen 6 und
- 15 7 zu den Ringräumen 23 beziehungsweise Zylinderräumen 22 der Federzylinder 24 verbunden. Der jeweils höhere Druck in einer der Leitungen 6 oder 7 wird in die zur Load-Sensing-Pumpe führende Steuerleitung 8 eingespeist und die Load-Sensing-Pumpe entsprechend gesteuert. Bei zu geringer Niveaulage des Fahrzeugs wird durch eine Niveauregelung das 3/2
- 20 Wegeventil 9 geschaltet, das proportionale Druckregelventil 2 mit Steuerstrom, welcher sich aus der Abhängigkeit von dem elektrischen Drucksignal des Drucksensors 10 in einem nicht dargestellten elektrischem Steuergerät verarbeitet ergibt, bestromt und das 2/2-Wegeventil 60 geschaltet. Sobald der Druck in der Zuleitung 7 hinter der Düse 14 das Druckniveau vom Federkreis Z erreicht hat, strömt Drucköl durch das Rückschlagventil von 2/2 Wegeventil 70
- 25 in die Zylinderräume 22, Gleichzeitig sind die Ringräume 23 über das geschaltete 2/2-Wegeventil 60 direkt mit der Zuleitung 6 verbunden, so dass sich der Druck im Ringraum auf das vom Druckregelventil 2 eingeregelter Druckniveau über die Düse 13 anpassen kann. Das Wechselventil 3, über die
- 30 Steuerleitungen 5 und 4 mit den beiden Druckniveaus der Federkreise Z und R

verbunden, leitet den höchsten Druckwert in die LS-Steuerleitung 8 ein. Sobald die Niveaulage erreicht ist endet der Regelvorgang und die Niveauregelung schaltet in Neutralstellung alle Ventile stromlos. Über die stromlosen 2/2-Wegeventile sind die Federkreise Z und R hydraulisch gesperrt und der

5 Steuerdruck in der LS-Steuerleitung 8 kann sich über die drucklos geschalteten Zuleitungen 6 und 7 abbauen. Ist die Niveaulage zu hoch, so wird über die Niveauregelung durch Bestromung beider 2/2-Wegeventile 70 und 60 und Zuführung von Steuerstrom an das proportionale Druckregelventil 2, die Abregelfunktion geschaltet, wodurch Drucköl aus den Zylinderäumen 22 über

10 die Düse 14 abströmen kann und sich der Ringraumdruck in der schon beim Aufregeln beschriebenen Weise anpasst bis die Niveaulage erreicht ist und die Neutralschaltung folgt. Die Düse 14 und 13 sind bei den Regelfunktionen so abgestimmt, dass sich bei Erreichen der Niveaulage auch der Druck in dem Federkreis der Zylinderringräume 23 auf das einzuregelnde Druckniveau

15 anpasst. Die Düse 30 in der LS-Leitung 8 ermöglicht den Steuerdruckaufbau externer Funktionselemente.

Ist abweichend von dem Regelmodus eine härtere Federrate gefordert, so wird dem nicht dargestellten elektrischem Steuergerät ein externes Schaltsignal

20 übermittelt, das den entsprechenden Steuerstrom anpasst, fixiert und dem proportionalen Druckregelventil 2 zuschaltet, welches den gegebenen Pumpendruck in die Zuleitung 6 einleitet, der weiter über die Steuerleitung 4 und Wechselventil 3 in die LS-Steuerleitung 8 geführt wird, so dass die Regelpumpe bis zum Regeldruckwert Druck aufbaut. Sobald der Druck in der

25 Zulaufleitung 6 geringfügig über dem Druckniveau der Ringräume 23 liegt, beginnt Drucköl in die Zylinderringräume 23 einzuströmen, das ein Absenken des Fahrzeugaufbaus zur Folge hat, wodurch die Niveauregelung bis zum Erreichen der Niveaulage in Aufregelfunktion schaltet. Alle nun folgenden Regelfunktionen laufen automatisch in der bereits beschriebenen Weise ab

30 jedoch mit dem Unterschied, dass das proportionale Druckregelventil 2 immer

- mit demselben, anfangs fixierten Steuerstrom bestromt wird, so dass beim Schalten in Neutralstellung die Federung immer mit der gewünschten Federrate für den jeweiligen Arbeitseinsatz ausgelegt ist. Um die hydropneumatische Federung wieder auf den automatischen Regelmodus der Straßenfahrt
- 5 zurückschalten zu können, müssen zunächst die eingebrachten externen Schaltsignale weggeschaltet werden und das Druckregelventil 2 mit dem nur vom Drucksignal des Drucksensors 10 beeinflussten Steuerstrom aktiviert werden. Gleichzeitig muss das 2/2-Wegeventil 60 geschaltet werden, damit sich das Druckniveau in den Ringräumen 23 auf den niedriger geregelten Druck in
- 10 der Zuleitung 6 anpassen kann. Sobald das Druckniveau der Ringräume 23 absinkt, erfolgt ein Ausfahren der Federzylinder 24 mit anschließendem Abregeln der Achse in die Niveaulage. Alle weiteren Regelvorgänge erfolgen dann nach dem vorgegebenen selbsttätigen Regelmodus.
- 15 Im Federkreis Z ist zum Schutze des Federspeichers 20 gegen Überlastung das Druckbegrenzungsventil 11 eingebracht.

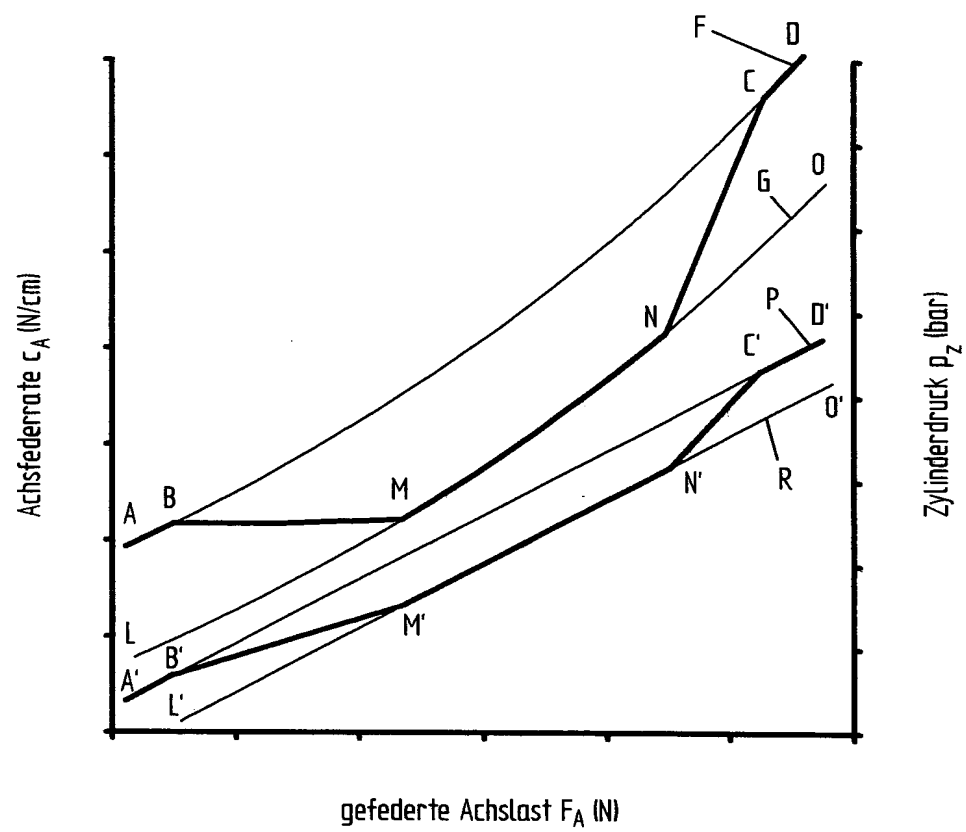


Fig. 1

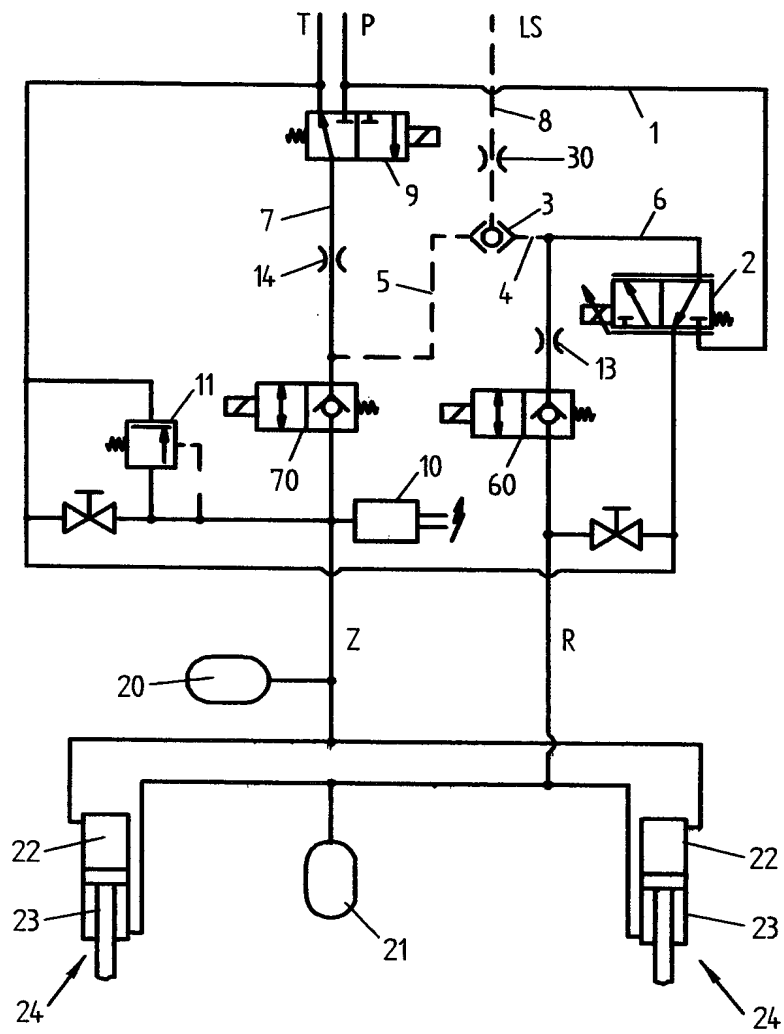


Fig. 2

Patentansprüche

1. Hydropneumatische Achsfederung für Fahrzeuge mit stark wechselnden Achslasten, insbesondere für Vorderachsen an Schleppern mit hydraulischen Federzylindern, die an pneumatische Druckspeicher angeschlossen sind, mit einem über eine Niveauregeleinrichtung druckgeregelten Federkreis Z der Zylinderräume und einem druckgeregelten Federkreis R der Ringräume, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsfederrate (C_A) sich selbsttätig über ein elektromagnetisches Stellglied nach einem vorgegebenen Regelmodus verändert und zusätzliche Variationen steuerbar sind.
2. Hydropneumatische Achsfederung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Achsfederrate (C_A) selbsttätig durch Verknüpfung und Verarbeitung elektronischer Messdaten über ein elektronisches Steuergerät erfolgt.
3. Hydropneumatische Achsfederung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vorgegebene Achsfederraten (C_A) durch externe Steuersignale veränderbar sind.
4. Hydropneumatische Achsfederung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Achsfederrate (C_A) über ein proportionales Druckregelventil (2) zwischen konstanten Druckwerten in Teilbereichen proportional geregelt wird und je nach Bedarf auch ein wählbarer Konstantdruck geregelt werden kann.
5. Hydropneumatische Achsfederung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Druckölströme zu den

Federkreisen Z und R über 2/2-Wegeventile (60, 70) erfolgt und diese Ventile nach Erreichen der Niveaulage die Federkreise hydraulisch sperren.

- 5 6. Hydropneumatische Achsfederung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckventil (2) hydraulisch so verknüpft ist, dass sich bei Nichtbestromung des Druckregelventils (2) die Druckleitung (4) vom Wechselventil (3) in den Tank entlasten kann.
- 10 7. Hydropneumatische Achsfederung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerleitung (5) zum Wechselventil (3) zwecks Sensierung des Drucks in den Zylinderräumen (22) zwischen der Düse (14) und dem 2/2-Wegeventil (70) mit der Zuleitung (7) verbunden ist.
- 15 8. Hydropneumatische Achsfederung nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anpassung von Regelzeiten Düsen (13, 14) in den Zuleitungen (6, 7) installiert sind.

Zusammenfassung

Hydropneumatische Achsfederung für Fahrzeuge mit stark wechselnden Achslasten, insbesondere für Schleppervorderachsen mit hydraulischen Federzylindern (24), die an hydropneumatischen Druckspeicher (20, 21) angeschlossen sind, mit einem über eine Niveauregeleinrichtung druckgeregelten Federkreis Z der Zylinderräume (22) und einem zur Veränderung der Federrate C_A druckgeregelten Federkreis R der Ringräume (23), wobei sich die die Achsfederrate C_A selbsttätig über ein elektromagnetisches Stellglied zur Erhöhung des Fahrkomforts nach einem vorgegebenen Regelmodus verändert und für den Arbeitseinsatz überlagert weitere, individuelle Änderungen steuerbar sind.

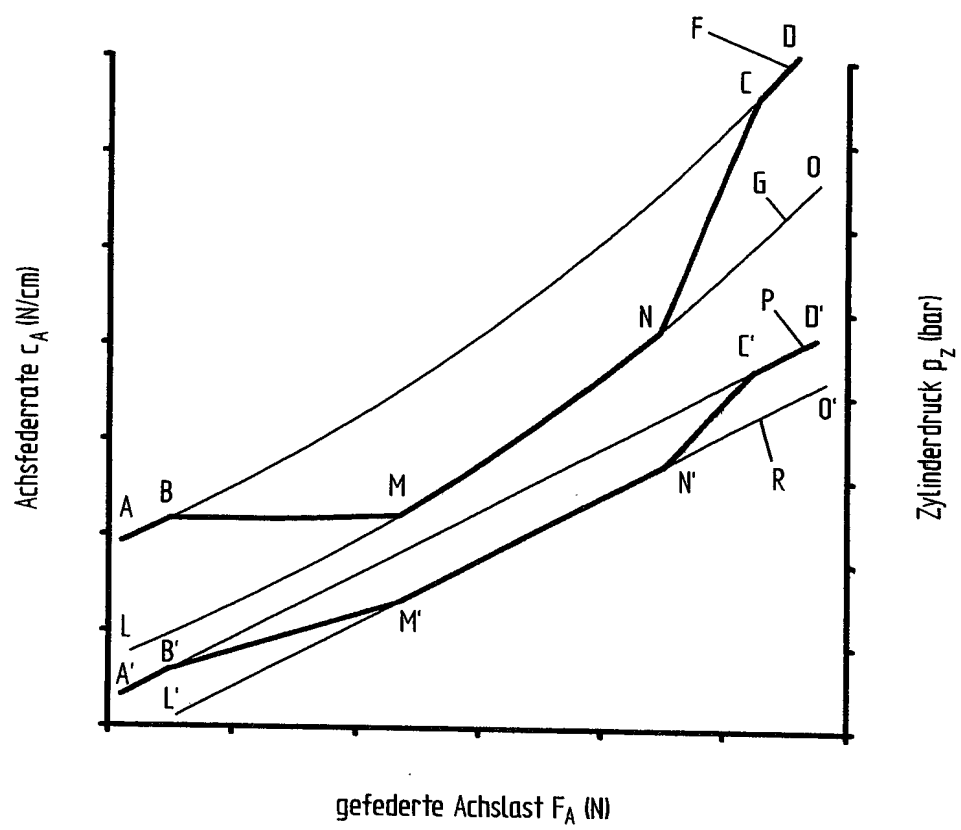


Fig. 1